

Análisis crítico de la nueva Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Fino Respirable MP 2,5*

Critical analysis of the new Environmental Quality Primary Regulation for Fine Breathable Particulate Matter PM 2,5*

Dr. Andrei N. Tchernitchin¹

Resumen

Los diversos contaminantes del aire, presentes en el material particulado respirable MP 2,5, el que representa aproximadamente el 50% del MP10, causan diversos efectos adversos sobre la salud y aumentan la mortalidad. La Norma Primaria recién aprobada para MP2,5 urbano tiene ventajas en comparación con la norma MP10, pero duplica los niveles de MP2,5 recomendados por la OMS. Más aún, los niveles para decretar medidas de preemergencia o emergencia son permisivos, lo cual hace que la concentración autorizada resulte similar a aquella que resulta al aplicar la norma actual para MP10. Con la nueva norma MP 2,5 tendremos una norma mejor pero, no mejorará la salud de los habitantes expuestos ni disminuirá la mortalidad por la contaminación. Para fines prácticos la nueva norma es equivalente a la actual para MP10.

Palabras clave: Contaminación aire urbano, norma MP 2,5.

Abstract

The various air pollutants present in the breathable particulate matter PM2.5, which represents approximately 50% of PM10, cause various adverse health effects and increase mortality. The recently approved regulation for urban PM2.5 presents advantages when compared with the current MP10 regulation, but nevertheless the allowed threshold of MP 2,5 is twice that recommended by WHO. Further, the levels at which pre-emergency or emergency measures would be taken are very permissive, and the concentrations allowed would be similar to those that result from the application of the current PM10 regulation. With the new PM2.5 regulation we will have an improved norm but with authorized levels similar to those resulting from the current regulation. Therefore the health of exposed people will not improve and pollution caused mortality will not diminish.

Key words: Urban air pollution, PM2.5 regulation.

Recibido el 29 de marzo de 2011. Aceptado el 31 de marzo de 2011

* La opinión del suscrito sobre la nueva norma Material Particulado MP2,5, representa la opinión del Departamento de Salud y Medio Ambiente Regional Santiago, del Colegio Médico de Chile. Sin embargo, no representa necesariamente la opinión del Consejo de Desarrollo Sustentable de Chile porque no hemos sido encomendados para analizar dicha materia.

¹ Profesor Titular, Facultad de Medicina, Universidad de Chile. Secretario Técnico, Departamento de Salud y Medio Ambiente, Consejo Regional Santiago, Colegio Médico de Chile. Director Científico, Consejo de Desarrollo Sustentable de Chile (Consejo Asesor Presidencial DS90/98). Correspondencia a: atcherni@gmail.com

Los diversos contaminantes del aire, presentes en el material particulado respirable MP_{2,5}, el que representa aproximadamente el 50% del MP₁₀, causa diversos efectos adversos sobre la salud, que varían de acuerdo a cada uno de sus componentes.

En forma precoz, después de la inhalación de material particulado respirable, aumentan las hospitalizaciones por enfermedades broncopulmonares y cardiovascular, y aumenta la mortalidad, entre 1 y 3 días después cada día de contaminación bajo análisis, principalmente por enfermedades cardiovasculares, y en segundo lugar broncopulmonares, pero no por otras enfermedades. Esta mortalidad aumenta en un 0,5 a un 1% por cada 10 µg/m³ de material particulado MP₁₀, por encima de la base de 50 µg/m³ de aire (1).

La mortalidad por enfermedades cardiovasculares ha sido atribuida a la inhalación de microcristales de sulfato, constituyentes del MP_{2,5}, los que causan una contracción de arterias de mediano calibre, coronarias entre ellas, además de un proceso inflamatorio del endotelio vascular, provocando infartos de miocardio 1 a 3 días después de la exposición (2).

La inhalación de hidrocarburos policíclicos aromáticos, que entre otros componentes contienen benzo(a)pireno, causa en el corto plazo por el mecanismo del imprinting, una disminución de receptores de glucocorticoides en órganos relacionados con la inmunidad, lo cual causa una desregulación del sistema inmune, lo cual puede ser la causa del aumento de enfermedades respiratorias bajas y del aumento de crisis asmáticas que se produce después de un período de contaminación del aire (3,4). Este es el único caso de imprinting que no se induce en el período perinatal, sino que también a lo largo de toda la vida.

La inhalación crónica de hidrocarburos policíclicos aromáticos determina un aumento de la mortalidad por cáncer broncopulmonar, que en Santiago Centro ha aumentado en casi 3 veces en relación a zonas con baja contaminación del aire (5). Otros autores han confirmado la relación entre contaminación con material particulado respirable y cáncer broncopulmonar (6).

Inhalación crónica de dioxinas: Las dioxinas son los compuestos carcinógenos más potentes que se conocen

que, además de causar el desarrollo de diversos cánceres, potencian la acción de otros compuestos carcinógenos.

Inhalación crónica de arseniato o arsenito: Causa desarrollo de cáncer broncopulmonar, de vejiga urinaria, renal, vías urinarias, hepático y piel. Cáncer pulmonar en Santiago Oriente el triple que en zonas sin contaminación con arsénico, y prácticamente la mitad de la mortalidad en Antofagasta.

La exposición postnatal precoz a diversos componentes del smog, como metales pesados y dioxinas, presentes en el material particulado MP_{2,5}, determina alteraciones irreversibles en diversos tipos celulares, los que a su vez predisponen a diversas enfermedades y a cambios neuroconductuales y de la personalidad más tarde en la vida. Entre ellos, por plomo, infertilidad, abortos, deficiencia intelectual, aumento de episodios de conductas antisociales y delictivas y tendencia a adicción a drogas de abuso (4), estas últimas, lacras de nuestra sociedad que para combatirlas se han invertido gran cantidad de recursos económicos. La dioxinas causan atraso del desarrollo cognitivo, feminización del sexo masculino, infertilidad, abortos y daño irreversible a funciones del aparato respiratorio (4).

Un informe reciente de Aphekóm (7) enumera todas las enfermedades causadas por contaminación del aire, que aumentan al aumentar la concentración de MP_{2,5} sobre 10 µg/m³, promedio anual. Son las siguientes:

- A. Pulmones:
 - a. Inflamación
 - b. Stress oxidativo
 - c. Progresión acelerada y exacerbación de EPOC (enfermedad pulmonar obstructiva crónica)
 - d. Aumento de síntomas pulmonares
 - e. Desarrollo de reflejos pulmonares
 - f. Reducción de función pulmonar
- B. Inflamación sistémica y stress oxidativo:
 - a. Aumento de Proteína C Reactiva
 - b. Mediadores pro-inflamatorios
 - c. Activación leucocitaria y plaquetaria
- C. Corazón
 - a. Alteración de la función autónoma cardíaca
 - b. Stress oxidativo

- c. Aumento de la susceptibilidad a alteraciones del ritmo cardíaco
 - d. Alteración de la repolarización cardíaca
 - e. Incremento de la isquemia del miocardio
- D. Sangre
- a. Alteraciones hemorreológicas
 - b. Aumento de la coagulabilidad sanguínea
 - c. Trombosis periférica
 - d. Disminución de la saturación de oxígeno
 - e. Translocación del material particulado al flujo sanguíneo
- E. Sistema vascular
- a. Aterosclerosis
 - b. Progresión acelerada y desestabilización de las placas de ateroma
 - c. Disfunción endotelial
 - d. Vasoconstricción e hipertensión arterial
- F. Cerebro
- a. Aumento de isquemia cerebrovascular

Existen además otros componentes del MP2,5 cuyos efectos en salud no se han investigado. Son las nanopartículas de carbono elemental, que desde el aparato respiratorio ingresan directamente al torrente circulatorio. Al no conocer sus efectos en salud, se deben adoptar las medidas precautorias necesarias para prevenir posibles daños. Algunos estudios en nuestro Laboratorio permitieron ver que nanopartículas de carbono elemental, inyectadas intravenoso en animales de experimentación, causan alteraciones en la acción de varias hormonas (estrógenos, glucocorticoides) posiblemente porque hacen desaparecer los receptores hormonales necesarios para que estas hormonas puedan actuar (8).

Basado en lo anterior, es fundamental una regulación que disminuya la concentración de estos contaminantes del aire que afectan la salud y calidad de vida de nuestros habitantes, y en especial, deja secuelas irreversibles durante los primeros años de vida.

La norma existente de material particulado MP10 es de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, valor promedio d 24 horas, y de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, promedio anual; el material particulado fino respirable

MP2,5 representa en Chile aproximadamente el 50% del MP10.

El Gobierno de Chile, a través de la Comisión Nacional de Medio Ambiente CONAMA, ha decretado un período de Consulta Pública para el “**Anteproyecto de Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Fino Respirable MP 2,5**”, dentro del período del 18 de agosto hasta el 11 de noviembre de 2009. Los valores límites propuestos por el anteproyecto de norma, para 24 horas y en forma anual, son a partir de los años 2012, 2022 y 2032, de acuerdo al siguiente cuadro:

Norma PM 2,5	Año 2012	Año 2022	Año 2032
Límite de concentración de 24 horas ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	63	50	25
Límite de concentración anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{N}$)	25	20	10

Los valores límites propuestos en el Anteproyecto para cumplir a contar del año 2032, para 24 horas y para la concentración anual, coinciden con aquellos sugeridos por la OMS y adoptados por los países de la Comunidad Europea.

El Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, en Sesión Ordinaria del 6 de noviembre de 2010, ha acordado aprobar el Proyecto Definitivo de Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Fino Respirable MP2,5.

Al suscrito, y al Departamento de Salud Pública y Medio Ambiente Regional Santiago del Colegio Médico de Chile les parece positivo que la proposición del Anteproyecto de dichos límites para el año 2022 se adelanten para el 2012 en la norma aprobada, lo cual indudablemente debe beneficiar la salud de los habitantes expuestos a contaminación con material particulado respirable, siempre y cuando se cumpla la norma. Considerando que en la actual norma MP10 (límite de concentración de 24 h de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, y que la concentración de MP2,5 es aproximadamente la mitad del MP10, es decir 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la actual norma MP2,5 de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ significa una reducción de un 33%, que es conveniente para la salud. Lo mismo, la reducción del límite anual se reduce en un 20%.

No obstante lo anterior, no nos parece correcto que se haya omitido lo propuesto en el Anteproyecto de Noviembre de 2009 para el año 2032, alcanzar la norma propuesta por la OMS y adoptada por la Comunidad Europea (el 50% de la norma PM_{2,5} actual), lo que debiera planificarse para el 2022 (o antes de dicha fecha, de acuerdo al cambio de calendarización) para facilitar una planificación futura para el desarrollo a realizar por el sector empresarial y evitar improvisaciones, de tal manera de permitirles ajustarse con tiempo a los nuevos requerimientos para planificarlos y adoptar las nuevas tecnologías, asumiendo el principio de la gradualidad.

	Norma actual PM ₁₀ Chile	50% de norma MP ₁₀ equivalente a MP _{2,5}	Norma decretada MP _{2,5} Chile 2012	Recomendación OMS MP _{2,5}	Norma europea MP _{2,5}
24 h	150 µg/m ³	75 µg/m ³	50 µg/m ³	25 µg/m ³	25 µg/m ³
Anual	50 µg/m ³	25 µg/m ³	20 µg/m ³	10 µg/m ³	10 µg/m ³

La CONAMA, en el "Anteproyecto de Norma Primaria de Calidad Ambiental para Material Particulado Fino Respirable MP 2,5", ha propuesto los siguientes niveles que determinarán situaciones de emergencia ambiental para el PM 2,5 (rangos de concentraciones de 24 h) propuestos son los siguientes:

Nivel	Concentración 24 h PM 2,5 (µg/m ³ N)		
	Año 2012	Año 2022	Año 2032
1. Alerta	97-131	88-124	69-112
2. Preemergencia	132-199	125-199	113-199
3. Emergencia	200 o superior	200 o superior	200 o superior

La crítica sobre la proposición en el Anteproyecto de Norma, de los niveles que determinan las situaciones de alerta, preemergencia y emergencia fue recientemente publicada en Cuadernos Médico Sociales (9). En la actual norma, dichos niveles propuestos a contar del año 2012 son mejores que aquellos propuestos en el Anteproyecto para el año 2022.

Sin embargo, si se considera que los niveles de MP_{2,5} son aproximadamente el 50% de los niveles de MP₁₀ en aire urbano de Chile (al igual que áreas urbanas de otros países en desarrollo), y si la comparamos con el 50% de los niveles que determinan las situaciones de preemergencia y emergencia por MP₁₀, se observa claramente que los niveles a los cuales se decretarían

dichas situaciones con la actual norma MP_{2,5} similares que con la norma vigente para MP₁₀.

Situaciones emergencia ambiental Norma MP _{2,5} Chile 2012			
Nivel	Concentración MP _{2,5} (µg/m ³) 24 horas	50% de norma MP ₁₀ actual, que equivale a MP _{2,5}	Debe ser (si se respetan niveles de excedencia de 30%, 60% y 120% sobre norma)
Alerta	80-109	95,7 µg/m ³	65 µg/m ³
Preemergencia	110-169	120 µg/m ³	80 µg/m ³
Emergencia	170 ó superior	165 µg/m ³	110 µg/m ³

Como consecuencia de los niveles para adoptar medidas de preemergencia y emergencia en las normas propuestas, que son en la práctica similares a las normas actuales, no se van a hacer esfuerzos para cumplir la norma porque las medidas no afectarán a quienes contaminan, ya que no tendrán la necesidad de emitir menos para evitar las medidas de preemergencia o emergencia que los afectan, cuando se sobrepasen de sus niveles. En consecuencia, quienes contaminan no tendrán incentivos para disminuir sus emisiones.

Con la nueva norma MP_{2,5} tendremos una norma mejor pero que no se va a cumplir y las medidas se tomarán bajo niveles similares a los actuales, lo cual no mejorará la salud de los habitantes expuestos ni modificará la mortalidad por enfermedades causadas por la contaminación. Con ello, tendremos una norma que para fines prácticos es la misma que la actual.

Si consideramos que los niveles que determinan las situaciones de alerta, preemergencia y emergencia por MP₁₀ se decretan con una excedencia de un 30%, 60% y 120% de la norma, considerando que en especial el nivel de emergencia fue decidido en base al grave daño que se produce sobre la salud, para la norma MP_{2,5} los niveles que determinan estas situaciones debieran decretarse con las mismas excedencias, es decir, la alerta con 65 µg/m³ (en vez de 88 µg/m³), la de preemergencia con 80 µg/m³ (en vez de 110 µg/m³), y la de emergencia con 110 µg/m³ (en vez de 170 µg/m³).

Por último, de acuerdo al informe reciente de Aphekomb (7), el impacto de reducción de nivel anual de MP_{2,5} a 10 µg/m³ en 25 ciudades europeas, que totalizan 39 millones de habitantes, agregaría 22 meses adicionales de expectativas de vida a la población de habitantes con 30 o más años de edad.

En resumen, la norma MP2,5 decretada duplica la proposición de la OMS y la norma adoptada por los países europeos; las medidas de preemergencia y emergencia con la nueva norma MP2,5 se decretarán con niveles similares a los que se decretan actualmente, manteniendo la actual calidad del aire en vez de mejorarla.

Se dirá que la norma mejora la calidad del aire, pero en Chile las normas suelen no cumplirse. Si se toman las medidas más estrictas, las empresas se verán obligadas a innovar para no tener que paralizar o ser multadas y eso favorecería un mejor cumplimiento de las normas. Si se toman en consideración nuestras proposiciones para programar, aunque sea en un plazo más extendido, llegar a las normas propuestas por la OMS tal como ha sido inicialmente propuesto en el anteproyecto del 2009, y los niveles para las emergencias propuestas por nosotros, estaríamos asegurando mejores niveles de salud y calidad de vida para las futuras generaciones, que se merecen simplemente por residir en nuestro país, y aumentar en forma muy considerable, probablemente en más de dos años, sus expectativas de vida.

Analizando solamente el aspecto económico, los costos necesarios para implementar las tecnologías necesarias para disminuir las emisiones y cumplir con las normas son mucho menores de lo que el país ahorraría en costos de salud, además de salvar numerosas vidas.

REFERENCIAS

1. Ostro B., Sanchez JM, Aranda C, Eskerland GS (1996) *Air pollution and mortality: results from a study of Santiago, Chile. J Exposure Anal Environ Epidemiol* 6:97-114.
2. Brook RD, Brook JR, Urch B, Vincent R, Rajagopalan S, Silverman F (2002) *Inhalation of fine particulate*

air pollution and ozone causes acute arterial vasoconstriction in healthy adults. Circulation 105:1534-1536.

3. Tchernitchin AN, Tchernitchin NN, Mena MA, Unda C, Soto J (1999) *Imprinting: Perinatal exposures cause the development of diseases during the adult age. Acta Biol Hung* 50:425-440.
4. Tchernitchin AN (2005). *Perinatal exposure to chemical agents: delayed effects by the mechanism of imprinting (cell programming). ARBS Ann Rev Biomed Sci* 7: 68-126.
5. Rivara MI, Corey G (1995) *Tendencia del riesgo de morir por cánceres asociados a la exposición crónica al arsénico, II Región de Antofagasta, 1950-1993. Cuad Méd Soc* 36 (4):39-51
6. Pope CA 3rd, Burnett RT, Thun MJ, Calle EE, Krewski D, Ito K, Thurston GD (2002) *Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long term exposure to fine particulate air pollution. JAMA* 287:1132-1141.
7. Aphekom (2011). *Summary report of the Aphekom project 2008-2011. (http://www.invs.sante.fr/presse/2011/communiqués/cp_aphekom_010311/Aphekom_summary_report.pdf) Acceso 14 de marzo de 2011.*
8. López M, Castrillón MA, Tchernitchin AN (1986). *Colloidal carbon blocks oestrogen-induced migration of eosinophils to the uterus and the uterine water imbibition response. J Endocrinol* 109:89-95.
9. Tchernitchin AN. (2009). *Sugerencia de modificación de la norma sobre material particulado respirable PM 2,5. Cuad Méd Soc (Chile)* 49:275-277.